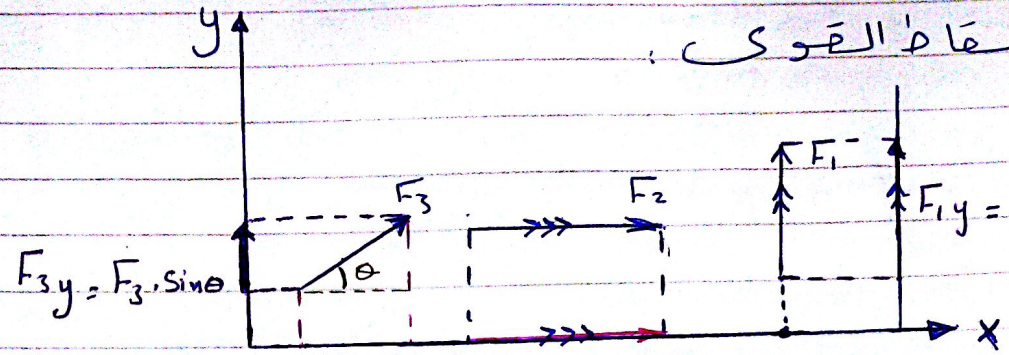
ميكانيك التوازن الجلسة الأولى:

إسقاط القوى:



نستنتج

1) إن مسقط قوة موازية لمحور على هذا المحور هي نفسها $F_{1y} = F_1$
أما مسقط قوة عامودية على محور على هذا المحور يساوي الصفر $F_{1x} = 0$

2) القوة المائلة بزاوية θ على المحور ~~مسقطها~~ لإيجاد مسقطها نستخدم الزاوية [Cos, Sin]

* العزم *

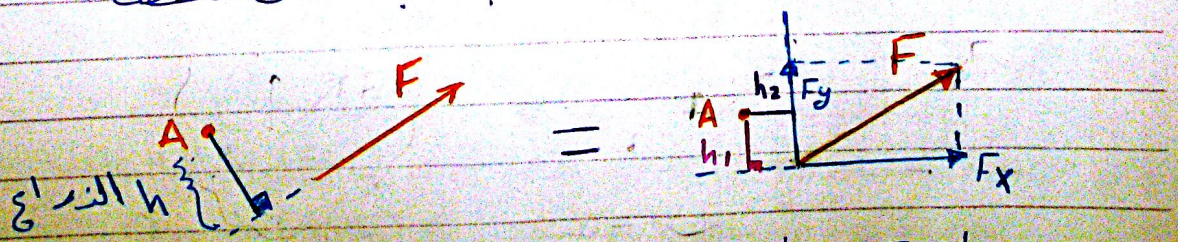
ملاحظة: العزوم لا تُسقَط

$$[N.m] \quad M = F \cdot a$$

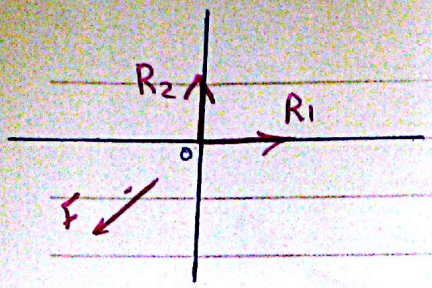
(M: العزم، F: القوة، a: الذراع)

الذراع: هو البعد العامودي من القوة على محور الدوران

قاعدة عزم محصلة قوى بالنسبة لأي نقطة يساوي مجموع عزوم مركبات هذه القوى بالنسبة لنفس النقطة



Scanned by CamScanner



- متى ينعدم العزم ؟

عندما يمر محور القوة من محور الدوران

في الشكل جانباً

$$M_O = 0$$

لذا القوى جميعها حواملها تمر من (O)

* القوة الموزعة *

تمثل القوة الموزعة بواحدة نيوتن لكل متر

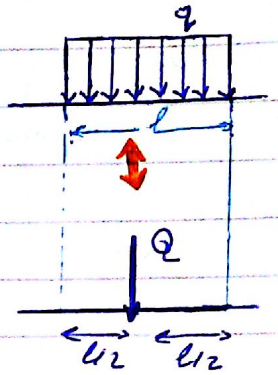
وبالتالي نستعيض عنها بقوة Q واحدتها نيوتن تؤثر بمركز ثقل الشكل

اشكالها:

الشكل مستطيل وبالتالي مساحته

$$Q = q_h \cdot l$$

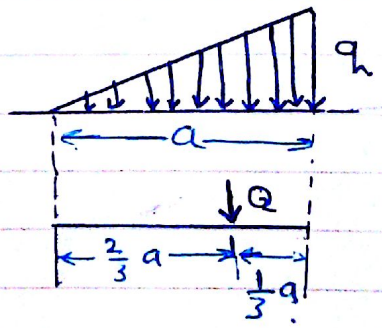
وتؤثر في مركز ثقل المستطيل أي بمنتصف المسافة l



الشكل مثلث ومساحته $\frac{\text{القاعدة} \times \text{الارتفاع}}{2}$

$$Q = \frac{1}{2} q_h \times a$$

وتؤثر بمركز ثقل المثلث



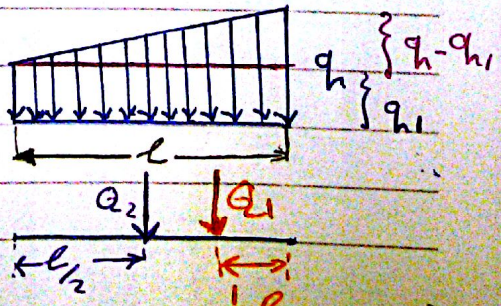
الشكل عبارة عن شكلين [مثلث + مستطيل]

لذلك نأخذ قوة Q لكل شكل على حدا

المثلث) $Q_1 = \frac{1}{2}(q_h - q_1)\, l$

مستطيل) $Q_2 = q_1 \times l$

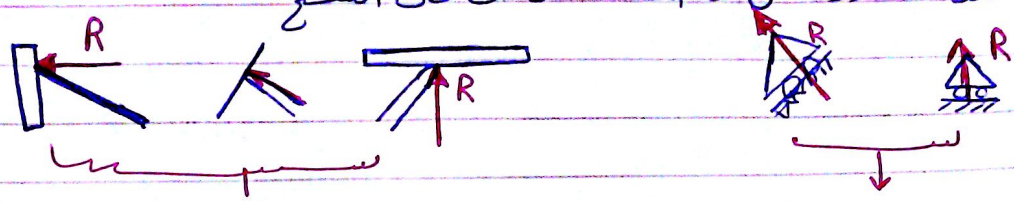
$Q \neq Q_1 + Q_2$



Scanned by CamScanner

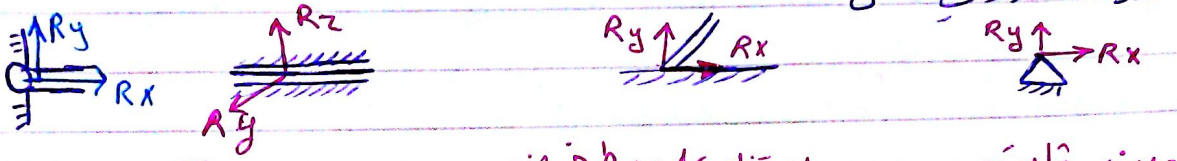
المسائد

١) مسند له رد فعل واحد عامودي على السطح



استناد حر أو سطح أملس — مسند متحرك

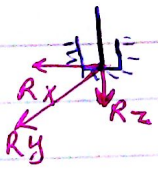
٢) مسند له ردي فعل



مسند مفتوح — استناد على سطح خشن — مسند ثابت

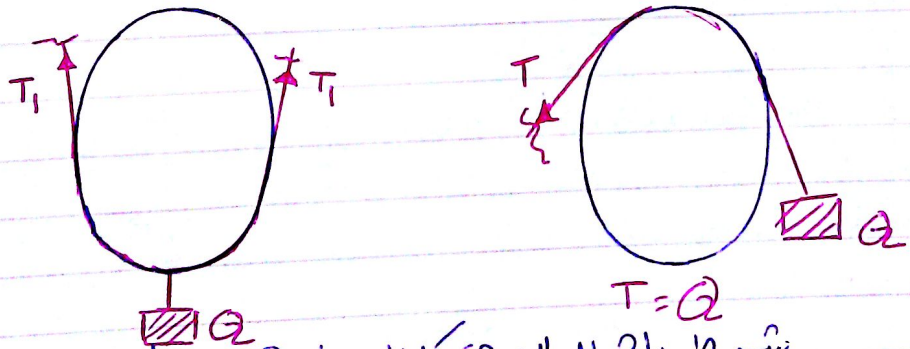
٣) مسند له ثلاث ردود أفعال.

مسند مغلق (في المسائل الفراغية)



٤) ردي فعل وعزم [الوثاقة]

٥) البكرات :



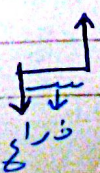
$T_1 = \frac{Q}{2}$ — $T = Q$

شرط بإهمال الاحتكاك بين البكرة والحبل

ماهي المزدوجة :؟!

هي عبارة عن قوتين متوازيتين متساويتين بالقيمة ومتعاكستين بالاتجاه

عزم المزدوجة هو الذراع X احدى القوتين



Scanned by CamScanner

شرط توازن الجسم : حسب الحركة

1) إذا كانت حركته مستوية $\Sigma F = 0$

2) إذا كانت حركته دورانية $\Sigma M = 0$

3) إذا كانت حركته مستوية ← يوجد شرطان للتوازن

1) $\Sigma F = 0$ و 2) $\Sigma M_o = 0$

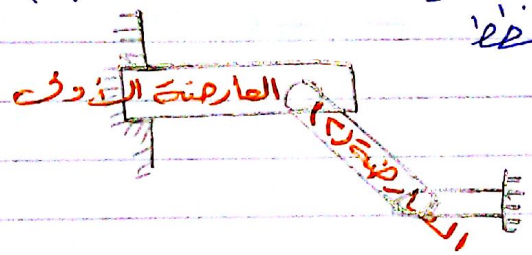
*** مخطط الجسم الحر ***

هو جسم دون مساند مع رسم ردود الأفعال

- يطلب عادة حساب ردود الأفعال وحسابها نقدم معادلات الإسقاط ومعادلة العزوم

كم معادلة نقدم ← حسب عدد المجاهيل

ملاحظة: في حال كان عدد المجاهيل أكثر من ٢ نفكك الجسم نفصل العارضة الأولى ونرسم لها مخطط الجسم الحر ونرسم للعارضة الثانية مخطط جسم حر



ملاحظة:

عند حساب ردود الأفعال وحصلنا على قيمة سالبة لرد الفعل نقول رد نكتب ملاحظة بأن الاتجاه الصحيح عكس الاتجاه المفروض

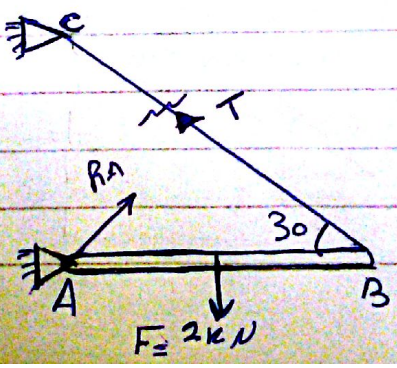
وإذا أردنا تعويض قيمة رد الفعل في باقي المعادلات نعوضها بقيمتها السالبة.

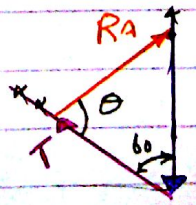
متوازن

ملاحظة إذا أثرت في جسم ثلاث قوى فقط فإنها سوف تلتقي في نقطة واحدة. نستفيد من هذه الخاصية بحساب ردود الأفعال بيانياً عن طريق تشكيل مضلع القوى المغلق ونستفيد من قانون الجيوب لحساب قيمة القوة.

$$\frac{F_1}{\sin\theta_1} = \frac{F_2}{\sin\theta_2}$$

مثال:

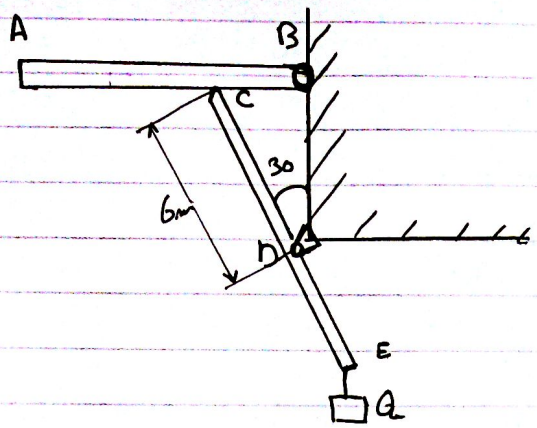




$$\frac{F}{\sin\theta} = \frac{R_A}{\sin 60}$$

Scanned by CamScanner

دورة 2015 فصل أول :

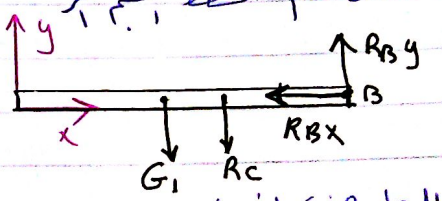


لدينا عارضتان
AB , L=10m , G_1=2ton
CE , L=12m , G_2=3ton

مطلوب ردود الأفعال
و أثقل Q

الحل :

نرسم مخطط الجسم الحر



العارضة الأولى :

$\Sigma F_x = 0$

$-R_{Bx} = 0$ ①

$\Sigma F_y = 0$

$-G_1 - R_C + R_{By} = 0$

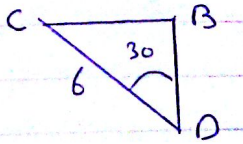
$R_{By} = G + R_C$ ②

$\Sigma M_B = 0$

$G \times \frac{L}{2} + R_C . h = 0$

حساب h الذراع :

$B\hat{C}D$ مثلث



$\sin 30 = \frac{BC}{6} \Rightarrow BC = 3m = h$

$\Sigma M_D = 20 \times 5 + R_C \times 3 = 0$

$\Rightarrow R_C = -33,3 kN$

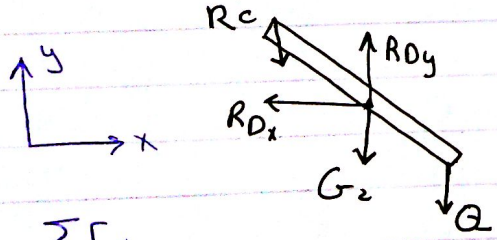
الاتجاه الحقيقي لـ R_C عكس المفروض

② نعوض قيمة R_C بالمعادلة

$R_{By} = 20 + (-33)$

$R_{By} = 13 kN$

العارضة الثانية :



$\Sigma F_x = 0$

$-R_{Dx} = 0$

$\Sigma F_y = 0$

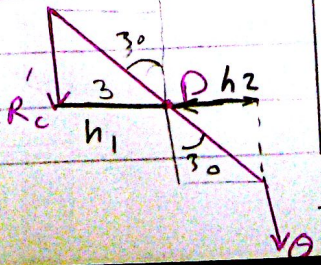
$-R'_c - G_2 - Q + R_{Dy}$ ④

$\Sigma M_D = 0$

$R'_c . h_1 - Q . h_2 = 0$

$h_1 = h_2$ من الشكل

$\Rightarrow R'_c = Q$



Scanned by CamScanner

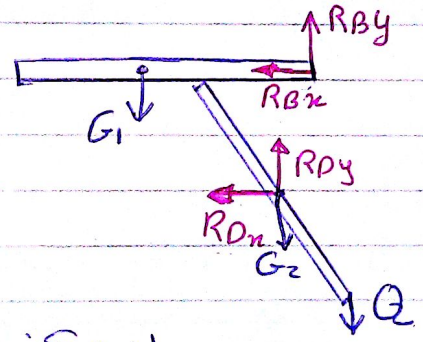
حساب h_1 من المثلث
وكذلك h_2
حيث D في منتصف المعارضة CE

$R'_C = Q = 33,3\ kN$
- نعوض في المعادلة (2) لنوجد R_{Dy}

$-33,3 - 30 - 33,3 = R_{Dy}$

$\Rightarrow \boxed{R_{Dy} = 96,6\ kN}$

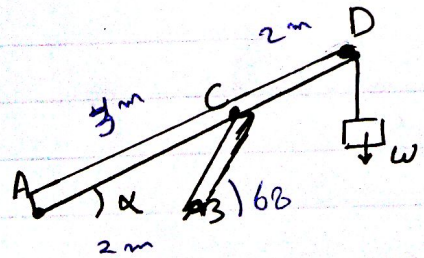
رسم خط الجسم الحر للعارضة ككل.



لا يمكننا أن نحل هذه المسألة دون فك (فصل) العارضتين عن بعضهما

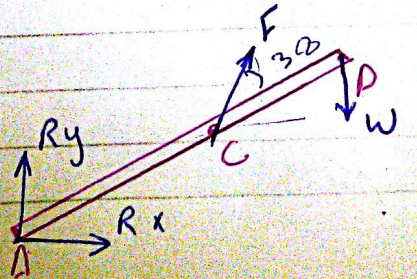
مسألة فصل أول 2009 :

دافعة رفع حمل وزنه $W = 60\ kN$
يؤثر العضو الهيدروليكي BC على ذراع الدافعة ACD بقوة تؤثر في النقطة C وتتجه من B الى C



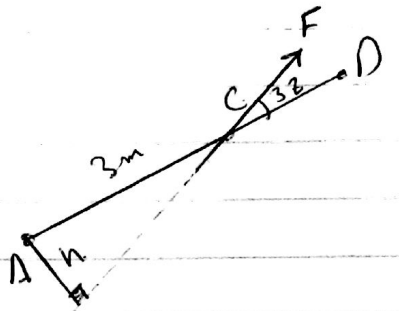
المطلوب : خط الجسم الحر لذراع ACD
أحسب زاوية فتح المفصل A حيث $\alpha = 38°$

الحل :



Scanned by CamScanner

معادلة العزوم :



$$\Sigma M_A = 0$$

$$F \cdot h - \omega(AD \cdot \cos 30) = 0$$

$$h = 3 \cdot \sin 38 = 1,86m$$

$$\Rightarrow F = 140,27\ [kN]$$

نسقط على المحاور x, y

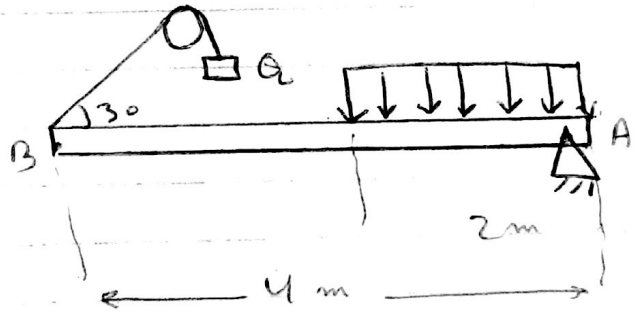
$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_x + F\cos 68 = 0$$

$$\Rightarrow R_x = -53\ (kN)$$

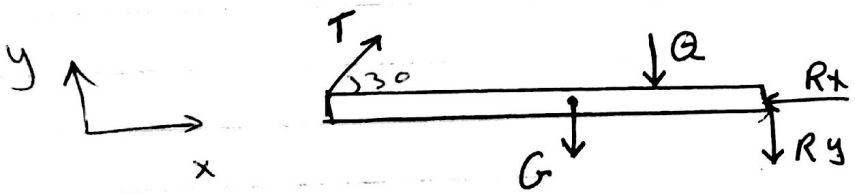
$$\rightarrow R_y = -70\ (kN)$$

مسألة :



$q_1 = 12,5\ kN/m$

$G = 10\ kN$



$$Q = 2 \times 12,5 = 25\ kN$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$+ R_x + T\cos 30 \Rightarrow R_x = -T\cos 30 \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow T \cdot \sin 30 - G - Q - R_y = 0 \quad (2)$$

$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow Q \cdot 1 + G \cdot 2 - T \cdot \sin 30 \times 4 = 0 \quad (3)$$

ثلاث معادلات ثلاث مجاهيل

Scanned by CamScanner

* الهياكل *

معادلة التوازن في الهياكل ((m = 3 - 2 . n)) ← عدد العقد ، قضبان

١- طريقة العقد :

- نبدأ بالعقدة التي تحوي على أقل عدد من القضبان ، قضيبين ، ثم التي تليها الى أن يتكون الهيكل
- تكون القوة المتولدة في القضبان من العقدة نحو الخارج [افتراضاً] أي القضبان مشدودة
- في حالة كانت اشارة القوة المتولدة من القضبان سالبة بعد الحساب نقول أن القضيب مضغوط ونقوم بالقيمة المطلقة من المعادلات في العقد الأخرى

- بعد الانتهاء ننظم جدول نضع فيه القضبان وقيمة القوة المؤثرة عليه ونوع القضيب [مشدود أو مضغوط]

٢- طريقة قطع الهيكل :

عند قطع الهيكل يجب أن نختار مكان يحوي ٣ قضبان معقدين

- متى سنقدم هذه الطريقة : عندما يطلب إيجاد القوى الداخلية لقضبان معينة وخلال المسألة .

٣- طريقة مالكول :

مشروحة بشكل مفصل بالمحاضرة [١٦ - ١٨] .

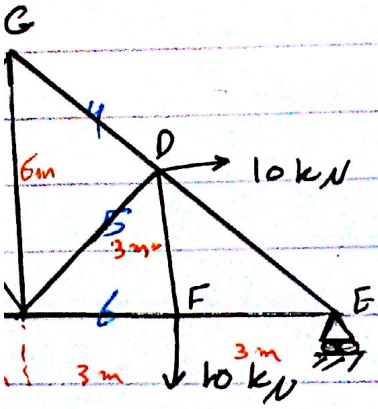
١ نرقم قضبان الهيكل [٤] نقطع الجسم لمساحات صغيرة توجد مساحات خارجية ومساحات داخلية والمساحة الخارجية تفصل كل واحدة عن الأخرى قوة خارجية أما المساحات الداخلية تفصل بين القضبان

٢ نرسم مضلع القوى البدأ من عقدة تحوي قوة معلومة و نختار جهة دوران حول العقدة ونتقيد بها لآخر الحل :

ملاحظة

في الهياكل قبل البدء بأي من الطرق السابقة يجب حساب ردود الأفعال للمسائل وذلك عن طريق رسم مخطط الجسم الحر لكل الهيكل وإيجاد ردود الأفعال بمعادلات التوازن

Scanned by CamScanner

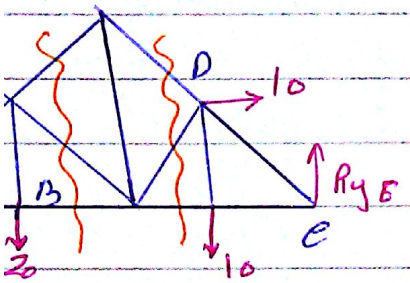


دورة 2010 - مثال ثاني :

- احسب بطريقة مقطع الهيكل القوى الحورية المتولدة في القضبان [1, 2, 3, 4, 5, 6]

الحل :

1) حساب ردود الأفعال



$\Sigma F_x = 0$

$\Rightarrow 10 + R_{xA} = 0$

$\rightarrow R_{xA} = -10 (kN)$

عكس اتجاه الفرض

$\Sigma F_y = 0$

$R_{Ay} + R_{ey} - 30 = 0$ (2

$\Sigma M_A = 0$

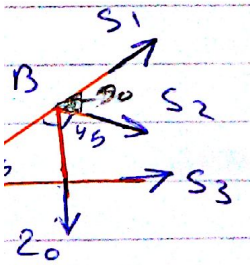
$R_{ye} \cdot 12 - (10 \cdot 3) - (20 \cdot 3) - (10 \cdot 9)$

$\Rightarrow R_{ye} = (15 kN)$

$R_{Ay} = 15 kN$ بالتعويض في 2

2) حساب القوى الحورية

القطع الأول



$\Sigma F_x = 0$

$S_3 - R_{xA} + S_2 \cdot \cos 45 + S_1 \cdot \cos 45 = 0$

$\Sigma M_B = 0$

$R_{Ax} \cdot (3) + R_{Ay} (3) - S_3 \cdot 3 = 0$

$\Rightarrow S_3 = \boxed{25}$

$\Sigma M_A = 0$

$20 \times 3 + S_2 \cdot \cos 45 \times 3 + S_2 \cdot \sin 45 \times 3$

$\Rightarrow S_2 = -14,4 kN$ القضيب مضغوط

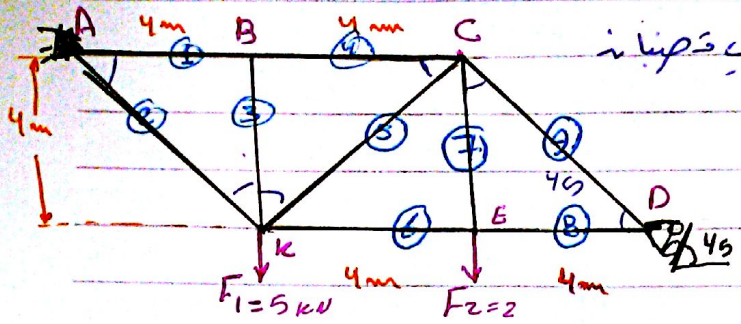
$\Rightarrow S_1 = -7,07 kN$ القضيب مضغوط

نفس الطريقة على القطع الثاني.

Scanned by CamScanner

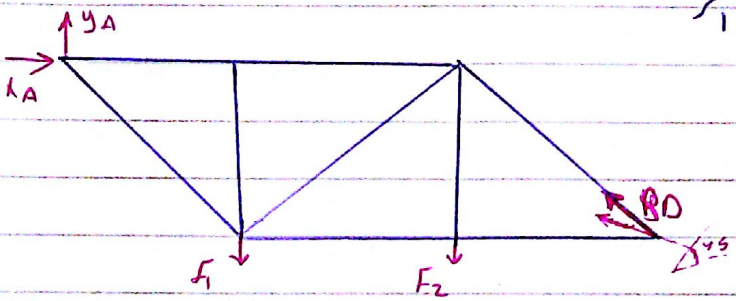
دورة 2010 . فصل أول .

* احسب القوى الحورية المتولدة في قضبان الهيكل .



الحل :

نأخذ جهة ردود الأفعال بعكس عقارب الساعة .



$\Sigma F_x = 0$

$x_A - R_D \cos 45 = 0$

$\Sigma F_y = 0$

$y_A - F_1 - F_2 + R_D \cdot \sin 45 = 0$

$\Sigma M_C = 0$

$F_1 \cdot 4 - y_A \cdot (8) = 0$

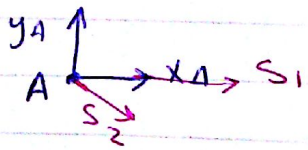
$\Rightarrow y_A = 2,5\,[kN]$

$x_A = 4,5\,kN$ ، $R_D = 6,4\,kN$

لا تنسى لتدرج معادلة يؤخذ فيها العزوم حول العقدة المعطاة

ج حساب القوى الحورية :

نبدأ بالعقدة A



$\Sigma F_x = 0$

$S_1 + x_A + S_2 \cdot \cos 45 = 0$

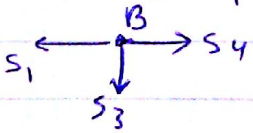
$\Sigma y_A = 0$

$S_2 \cdot \sin 45 - y_A = 0$

$\Rightarrow \boxed{S_2 = 3,5\,kN}$

$\rightarrow \boxed{S_1 = -7\,kN}$

ثم ننتقل للعقدة B

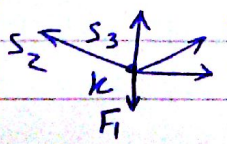


$\Sigma F_x = 0$

$\Rightarrow S_1 = S_4$

$S_3 = 0$

ثم ننتقل للعقدة K



$\Sigma F_x = 0$

$S_5 \cos 45 + S_6 - S_2 \cdot \cos 45 = 0$

$\Sigma F_y = 0$

$S_5 \cos 45 + S_2 \cos 45 + S_3 - F_1 = 0$

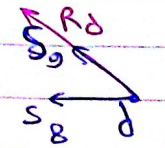
حل معادلتين بمجهولين

$S_5 = 3,5\,[kN]$

$S_6 = 0$

Scanned by CamScanner

العقدة d



$\Sigma F_x = 0$

$-S_8 + [S_9 + R_d] \cdot \cos 45 = 0$

$\Sigma F_y = 0$

$\rightarrow R_d \cdot \cos 45 + S_9 \cdot \cos 45 = 0$

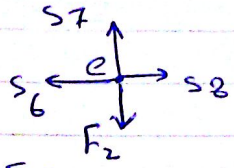
$\Rightarrow S_9 = -R_d$

$(S_9 = -6{,}4)$

نعوض في ①

$S_8 = 0$

العقدة e



$\Sigma F_x = 0$

$S_6 = S_8 = 0$

$\Sigma F_y = 0$

$S_7 = F_2 = 2\ kN$

القضبان [رقم]	1	2	3	4	5	6
القوى	-7	3,5	0	-7	3,5	0
نوعه	ضغط	شد	صفري	ضغط	شد	صفر

القضبان [رقم]	7	8	9
القوى	2	0	6,4
نوعه	شد	صفري	شد

• مراكز الثقل :

قانون حساب مركز الثقل (c)

$$x_c = \frac{\Sigma A_i x_i}{\Sigma A_i}, \quad y_c = \frac{\Sigma A_i y_i}{\Sigma A_i}$$

حيث A_i هي مساحة كل شكل جزئي من الشكل

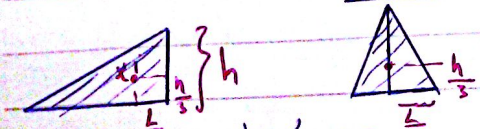
x_i مركز ثقل الشكل الجزئي

أشكال شهيرة :

مربع أو مستطيل

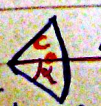
$S = h \cdot L$

المثلث



مساحي مثلثي $S = \frac{L \cdot h}{2}$

قطاع دائري



مركز ثقل قطاع منحرف زاوية α

يبعد عن المركز مسافة OC تعطى بالقانون

$$OC = \frac{2}{3} R \frac{\sin\alpha}{\alpha}$$

$S = \alpha R^2$

الشكل الجزئي الفارغ يشترط وضع مساحة سالبة

ملاحظة مهمة

/groups/GME.2013.2014

Scanned by CamScanner